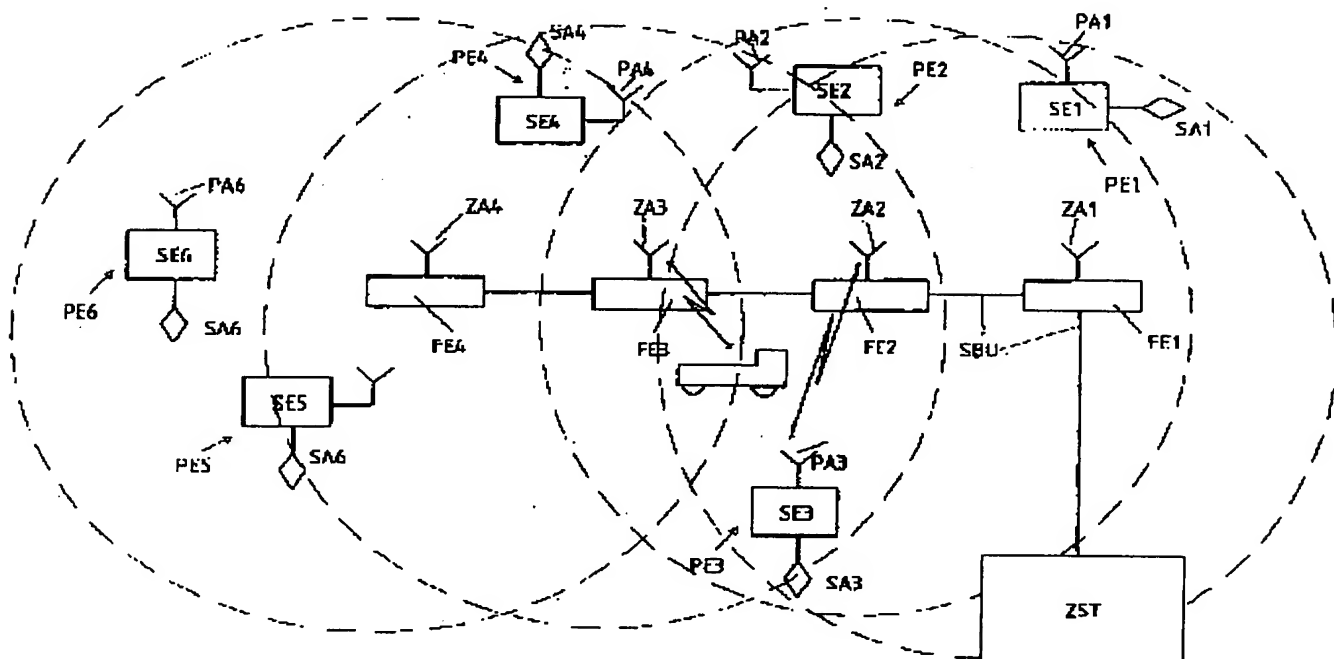


AN: PAT 2003-202605
TI: Industrial equipment and installations control, includes several peripheral units with sensor/actuator elements
PN: **DE10221189-A1**
PD: 28.11.2002
AB: NOVELTY - An industrial control based on several peripheral units (PE1-PE6) each of the latter having a peripheral transmit/receive unit (SE1-SE6) with at least two radio (RF) units (FE1-FE4) assigned to the central control unit (ZST) and whose antennas (ZA1-ZA4) have a different spatial setting and/or orientation. The data traffic between the peripheral units and the central control unit results via RF interfaces between the transmit/receive units and the radio (RF) units. The RF system has a protocol which allows traffic mutually between the radio (RF) units (FE1-FE4) and access to the radio units is regulated by a protocol element.; USE - For equipment and installations control via RF network. ADVANTAGE - Allows reliable and fast data transmission via RF during industrial control. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - A block-diagrammatic arrangement of the industrial control is given. Radio units FE1-FE4 Peripheral units PE1-PE6 Sensor/actuator elements SA1-SA6 Transmit/receive units SE1-SE6 Antennas ZA1-ZA4 Central control unit ZST
PA: (SIEI) SIEMENS OESTERR AG;
IN: RENNER A;
FA: **DE10221189-A1** 28.11.2002; AT411631-B 15.02.2004; AT200100808-A 15.08.2003;
CO: AT; DE;
IC: G05B-009/02; G05B-015/02; G05B-019/042; G08C-017/02;
MC: T06-A03; T06-A11; W05-D06A1A; W05-D07B; W05-D08C;
DC: T06; W05;
FN: 2003202605.gif
PR: AT0000808 21.05.2001;
FP: 28.11.2002
UP: 26.02.2004





①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 21 189 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
G 08 C 17/02
G 05 B 9/02

②1 Aktenzeichen: 102 21 189.2
②2 Anmeldetag: 13. 5. 2002
④3 Offenlegungstag: 28. 11. 2002

DE 102 21 189 A 1

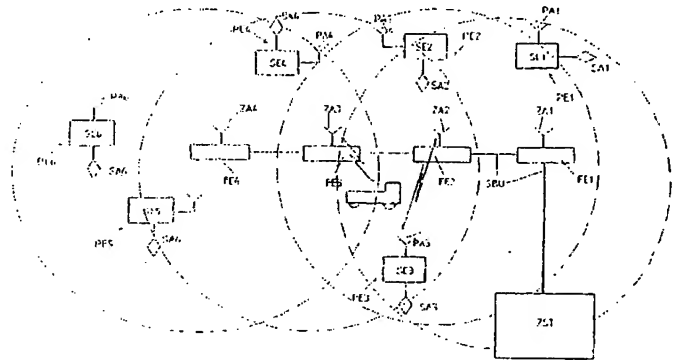
③0 Unionspriorität:
A 808/2001 21. 05. 2001 AT
⑦1 Anmelder:
Siemens AG Österreich, Wien, AT
⑦4 Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑦2 Erfinder:
Renner, Alexander, Dipl.-Ing. Dr., Wien, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Industrielle Steuerung

⑤7 Eine industrielle Steuerung, bei welcher mehrere Peripherieeinheiten (PE1...PE6) mit Sensor-/Aktorelementen (SA1...SA6) für einen Datenverkehr mit einer zentralen Steuereinheit (ZST) über Funkschnittstellen in Verbindung stehen. Dabei weist jede Peripherieeinheit (PE1...PE6) eine periphere Sende/Empfangeinheit (SE1...SE6) auf, der zentralen Steuereinheit (ZST) sind zumindest zwei Funktionseinheiten (FE1...FE4) zugeordnet, deren Antennen (ZA1...ZA4) eine unterschiedliche räumliche Aufstellung und/oder Ausrichtung aufweisen, wobei für zumindest eine Peripherieeinheit (PE3, PE4, PE5) eine Funkverbindung mit zumindest zwei Funkeinheiten (FE2, FE3; FE3, FE4) ermöglicht ist, ein Protokoll ermöglicht einen Verkehr der Funkeinheiten (FE1...FE4) untereinander, und der Zugriff der Funkeinheiten ist durch ein Protokoll-element geregelt.



DE 102 21 189 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine industrielle Steuerung, die mehrere Peripherieeinheiten mit Sensor-/Aktorlementen aufweist, welche für einen Datenverkehr mit einer zentralen Steuereinheit über Schnittstellen in Verbindung stehen.

[0002] Bei Anlagensteuerungen über ein Funknetz liegt das Hauptproblem bei der Anbindung von sicherheitsrelevanten und/oder zeitkritischen Sensoren und Aktoren an eine zentrale Steuerung nicht in der Datenintegrität, da diese durch entsprechende Datensicherungsverfahren gewährleistet werden kann, sondern in der zeitlichen Verzögerung, welche letztlich auch durch die verwendeten Codierverfahren bedingt ist.

[0003] In industrieller Umgebung mit ständig wechselnden oder bewegten Objekten kann ein Übertragungsweg, d. h. der Weg zwischen einer Antenne der zentralen Steuerung und einer Antenne der peripheren Einheit vorübergehend blockiert werden, wobei die Datenübertragung so nachhaltig unterbrochen oder gestört wird, dass auch eine Forward-Error-Correction versagt und eine nochmalige Datenanfrage über ARQ durchgeführt wird. Auch wenn nach dieser Anfrage die Daten korrekt übertragen werden, so erhöht sich dennoch, vor allem in problematischen Empfangslagen, die mittlere Übertragungsdauer deutlich, so dass man davon Abstand genommen hat, Funknetze bei zeitkritischen und sicherheitsrelevanten Informationsübertragungen in der industriellen Steuerungstechnik zu verwenden.

[0004] Sofern es nur um den Übertragungsweg zwischen einer zentralen Steuerung und einer einzigen peripheren Einheit geht, könnte man z. B. bei der zentralen Steuerung mehr als eine Antenne verwenden, d. h. mit einem Antennen-Diversity-Verfahren arbeiten, um zwei unterschiedliche Funkwege zu erhalten. Diese Lösung ist jedoch bei industriellen Steuerungen, wo oft eine große Anzahl von peripheren Einheiten benötigt wird, nicht oder nur mit großem Aufwand und entsprechenden Kosten anzuwenden.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung liegt somit darin, eine industrielle Steuerung zu schaffen, bei welcher nicht nur eine sichere, sondern auch eine rasche Datenübertragung über Funk ermöglicht ist.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einer industriellen Steuerung der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher erfindungsgemäß jede Peripherieeinheit eine periphere Send-/Empfangseinheit aufweist, der zentralen Steuereinheit zumindest zwei Funkeinheiten zugeordnet sind, deren Antennen eine unterschiedliche räumliche Aufstellung und/oder Ausrichtung aufweisen, der Datenverkehr zwischen Peripherieeinheiten und zentraler Steuereinheit über Funkschnittstellen zwischen den Send-/Empfangseinheiten und den Funkeinheiten erfolgt, wobei für zumindest eine Peripherieeinheit eine Funkverbindung mit zumindest zwei Funkeinheiten ermöglicht ist, das verwendete Funksystem ein Protokoll aufweist, welches einen Verkehr der Funkeinheiten untereinander ermöglicht, und der Zugriff der Funkeinheiten durch ein Protokollelement geregelt ist.

[0007] Dank der Erfindung kann auch bei einer größeren Anzahl von peripheren Einheiten mit geringem Aufwand und bauteilartig eine Steuerung geschaffen werden, die nicht nur in bekannter Weise eine sichere Datenübertragung gestattet, sondern die auch den Anforderungen an eine rasche Datenübertragung genügt. Dies ist insbesondere dort von Vorteil, wo in ein laufendes Verfahren im Bedarfsfall rasch eingegriffen werden muss, z. B. falls ein Notstop auf einer Fertigungsstraße erforderlich wird.

[0008] Zweckmäßige Varianten der Erfindung sind durch ein FEC-Datensicherungsverfahren des Funksystems und/

oder durch ein ARQ-Verfahren bei dem Funksystem gekennzeichnet. Derartige Verfahren der Datensicherung haben sich gerade bei industriellen Steuerungen bewährt.

[0009] Der Zugriff der Funkeinheiten über ein Protokoll wird erleichtert, wenn das Funksystem nach einem Zeit- und/oder Frequenz-Division-Verfahren arbeitet.

[0010] Im Sinne eines flexiblen und auch wechselnden Gegebenheiten anpassbaren Aufbaus des Funksystems ist es zweckmäßig, wenn die Peripherieeinheiten nach Sicherheitskriterien klassifiziert sind, wobei für höher eingestufte Peripherieeinheiten Funkverbindungen mit zumindest zwei Funkeinheiten, für tief eingestufte Peripherieeinheiten Funkverbindungen mit lediglich einer Funkeinheit ermöglicht sind. Durch diese Klassifikation ist es möglich, lediglich jenen Peripherieeinheiten, an die zeitkritische Anforderungen gestellt werden, zumindest zwei Funkeinheiten zuzuordnen, für andere Peripherieeinheiten jedoch lediglich eine einzige Funkeinheit vorzusehen und dadurch Kosten zu sparen. Vorteilhaft ist es dabei, wenn die Klassifizierung der Peripherieeinheiten in einer Speicherliste der zentralen Steuereinheit abgelegt ist.

[0011] Den Anforderungen in industrieller Umgebung, auch hinsichtlich der Flexibilität wird genüge getan, falls die Funkeinheiten und die zentrale Steuerung an einem seriellen Bus liegen.

[0012] Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im Folgenden anhand einer beispielsweise Ausführungsform näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht ist. Diese zeigt schematisch eine industrielle Steuerung mit einer zentralen Steuereinheit, mehreren Peripherieeinheiten und Funkeinheiten.

[0013] In der Zeichnung sind sechs periphere Einheiten PE1 ... PE6 dargestellt, die beispielsweise im Zuge einer Produktionsstraße, verschiedene Parameter überwachen sollen, wie z. B. Fördergeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen, Stückzahlen etc. Die peripheren Einheiten können ebenso dazu eingerichtet sein, in Produktionsabläufe einzugreifen, z. B. zu bremsen, zu stoppen, Gegenstände zu erfassen oder zu entfernen etc. Daher besitzt jede periphere Einheit PE1 ... PE6 ein Sensor-/Aktorelement SA1 ... SA6.

[0014] Eine zentrale Steuerung ZST soll in bekannter Weise einerseits Daten von Sensoren empfangen bzw. aufgrund dieser Daten und anderer vorgegebener Produktionsabläufe über Aktoren in das Geschehen eingreifen. Zu diesem Zweck ist eine zentrale Steuerung nach dem Stand der Technik über Kabel mit den entsprechenden peripheren Einheiten verbunden. Der Begriff zentrale Steuerung ist hinsichtlich des Zusatzes "zentral" nicht eng zu sehen, d. h. die Steuerung kann de facto auch auf mehrere Elemente aufgeteilt sein. Jedenfalls ist nun im Sinne der Erfindung vorgesehen, dass der Datenverkehr zwischen zentraler Steuerung und peripheren Elementen über Funkschnittstellen abläuft, wozu einerseits jede periphere Einheit PE1 ... PE6 eine Antenne PA1 ... PA6 aufweist und mehrere, im vorliegenden Fall vier Funkeinheiten FE1 ... FE4 vorgesehen sind, die über einen seriellen Bus SBU mit der zentralen Steuereinheit ZST verbunden sind. Jede Funkeinheit FE1 ... FE4 besitzt eine Antenne ZA1 ... ZA4.

[0015] Wesentlich für die Erfindung ist nun, dass für ausgewählte oder alle peripheren Einheiten eine Funkverbindung nicht nur mit einer Funkeinheit, sondern mit zumindest zwei Funkeinheiten vorgesehen ist. Im vorliegenden Fall können die peripheren Einheiten PE3, PE4 und PE5 Funkverkehr zu jeweils zwei Funkeinheiten unterhalten, nämlich die periphere Einheit PE3 mit den Funkeinheiten FE2 und FE3, und die peripheren Einheiten PE4 und PE5 mit den Funkeinheiten FE3 und FE4.

[0016] Der Funkverkehr erfolgt über ein Funksystem mit

einem Protokoll, welches den Verkehr der Funkeinheiten FE1 ... FE4 untereinander ermöglicht, wobei der Zugriff der Funkeinheiten über ein Protokollelement geregelt ist. Zweckmäßiger Weise wird ein Zeit- und/oder Frequenz-Division-Verfahren angewendet, wobei in bekannter Weise fehlerkorrigierende Codes verwendet werden, z. B. ein FEC (Forward Error Correction)-Verfahren, gegebenenfalls gekoppelt mit einem ARQ (Automatic Request)-Verfahren, so dass die Datenintegrität prinzipiell gesichert ist.

[0017] Da üblicherweise Frequenzen zur Anwendung kommen, die im Wesentlichen eine freie Sichtlinie zwischen den jeweiligen Antennen erfordern, z. B. 2,4 GHz, kann es aufgrund von Abschattungen durch bewegte Objekte, mehrfache Flexionen etc. zu einer kritischen Verschlechterung eines Funkweges oder zu dessen Ausfall kommen. In der Zeichnung ist dies angedeutet durch ein bewegtes Objekt BEO, dass zwischen die Antenne PA3 der peripheren Einheit PE3 und die Antenne ZA3 der Funkeinheit FE3 gelangt. Wie ersichtlich befindet sich jedoch die Antenne PA3 der peripheren Einheit PE3 auch in Reichweite der Funkeinheit FE2 bzw. deren Antenne ZA2. Die einzelnen "Funkzellen" sind hier der Einfachheit halber kreisförmig gezeigt, doch es versteht sich, dass man die Antennen ZA1 ... ZA4 den Gegebenheiten entsprechend unterschiedlich räumlich anordnen wird bzw. deren Ausrichtung an die Gegebenheiten anpassen wird.

[0018] Natürlich muss durch das verwendete Protokoll gesichert sein, dass die einzelnen Funkeinheiten miteinander verkehren können und erreicht wird, dass z. B. diese Funkeinheiten Zeit- oder frequenzversetzt senden.

[0019] Weiters muss natürlich der Fall in Betracht gezogen werden, dass die von einer peripheren Einheit, z. B. der Einheit PE4 ausgesandten Daten gleichzeitig zu mindestens zwei Funkeinheiten, hier den Funkeinheiten FE3 und FE4 gelangen, sodass gesichert sein muss, dass bei Empfang dieser Daten durch eine der beiden Funkeinheiten, die andere Einheit sodann die Information als überflüssig verwirft.

[0020] Die Peripherieeinheiten PE1 ... PE6 können nach Sicherheitskriterien klassifiziert werden, wobei hier insbesondere zeitkritische Elemente eine Rolle spielen. Man sieht dann vor, dass für höher eingestufte Peripherieeinheiten Funkverbindungen mit zumindest zwei physikalisch getrennten Funkwegen vorgesehen sind, für tiefer eingestufte Peripherieeinheiten jedoch lediglich ein Funkweg mit je einer Funkeinheit, im vorliegenden Fall gilt dies für die peripheren Einheiten PE1, PE2 und PE6. Diese Klassifizierung wird zweckmäßiger Weise in einer Speicherliste der zentralen Steuereinheit ZST abgelegt und kann dort auch leicht modifiziert werden, wenn dies geänderte Verhältnisse, z. B. der Umbau einer Produktionstrasse, erfordern.

[0021] Als Funksystem eignet sich, wie bereits erwähnt, beispielsweise ein solches, welches ein Time-Division-Verfahren verwendet, etwa das unter dem Namen "Bluetooth" bekannt gewordene System, welches näher beschrieben ist, z. B. in "Bluetooth Core Specification", Version 1.1. Bei diesem System muss allerdings im Sinne der Erfindung vorgesehen sein, dass die einzelnen Untereinheiten, d. h. hier die Funkeinheiten FE1 ... FE4, die man auch "Master" nennen kann, im Gegensatz zu den "Slaves", nämlich den Sende-/Empfangseinheiten SE1 ... SE6 über ein gemeinsames Bindeglied, nämlich das entsprechende Protokollelement (bei Bluetooth: "Scatternet"), miteinander kommunizieren können. Durch diese Fähigkeit ist es möglich, zwischen peripheren Einheiten und den Funkeinheiten, die der zentralen Steuerung zugeordnet sind, zumindest je zwei physikalische Funkpfade aufrecht zu erhalten, wobei durch Störung eines Funkpfades, z. B. durch Fading, keine für das System untragbare Verzögerung durch beispielsweise eine Rückfrage

entsteht, da die Daten dann auf den anderen Funkpfad übertragen und sofort weitergeleitet werden.

Patentansprüche

1. Industrielle Steuerung, die mehrere Peripherieeinheiten (PE1 ... PE6) mit Sensor-/Aktorelementen (SA1 ... SA6) aufweist, welche für einen Datenverkehr mit einer zentralen Steuereinheit (ZST) über Schnittstellen in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass

jede Peripherieeinheit (PE1 ... PE6) eine periphere Sende-/Empfangseinheit (SE1 ... SE6) aufweist, der zentralen Steuereinheit (ZST) zumindest zwei Funkeinheiten (FE1 ... FE4) zugeordnet sind, deren Antennen (ZA1 ... ZA4) eine unterschiedliche räumliche Aufstellung und/ oder Ausrichtung aufweisen, der Datenverkehr zwischen Peripherieeinheiten und zentraler Steuereinheit über Funkschnittstellen zwischen den Sende-/Empfangseinheiten und den Funkeinheiten erfolgt, wobei für zumindest eine Peripherieeinheit (PE3, PE4, PE5) eine Funkverbindung mit zumindest zwei Funkeinheiten (FE2, FE3; FE3, FE4) ermöglicht ist,

das verwendete Funksystem ein Protokoll aufweist, welches einen Verkehr der Funkeinheiten (FE1 ... FE4) untereinander ermöglicht, und der Zugriff der Funkeinheiten durch ein Protokollelement geregelt ist.

2. Industrielle Steuerung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein FEC-Datensicherungsverfahren des Funksystems.

3. Industrielle Steuerung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein ARQ-Verfahren bei dem Funksystem.

4. Industrielle Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Funksystem nach einem Zeit- und/oder Frequenz-Division-Verfahren arbeitet.

5. Industrielle Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Peripherieeinheiten (PE1 ... PE6) nach Sicherheitskriterien klassifiziert sind, wobei für höher eingestufte Peripherieeinheiten (PE3, PE4, PE5) Funkverbindungen mit zumindest zwei Funkeinheiten (FE2, FE3; FE3, FE4), für tiefer eingestufte Peripherieeinheiten (PE1, PE2, PE6) Funkverbindungen mit lediglich einer Funkeinheit (FE1, FE2, FE4) ermöglicht sind.

6. Industrielle Steuerung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifizierung der Peripherieeinheiten (PE1 ... PE6) in einer Speicherliste der zentralen Steuereinheit (ZST) abgelegt ist.

7. Industrielle Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkeinheiten (FE1 ... FE4) und die zentrale Steuerung (ZST) an einem seriellen Bus liegen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

